

L'estany de Banyoles i el seu sistema hidrològic

L'àrea que va des de Banyoles fins a l'Alta Garrotxa mostra un conjunt molt singular de manifestacions hidrològiques, entre les quals cal destacar l'estany de Banyoles i els estanyols que es donen a la seva rodalia, la formació d'enfonsaments a manera de clots i un funcionament intermitent de gran part

de les principals sorgències de la regió. Al llarg d'aquest treball s'ha pogut comprovar que tots aquests fenòmens són el resultat de la particular dinàmica que caracteritza els aquífers de la zona, com a part d'un macrosistema hidrogeològic de tipus *trop-plein*, desenvolupat a favor de calcàries i gui-

xos. El mostreig i l'estudi dels continguts en triti i oxigen-18 de les seves aigües han permès establir un model de funcionament d'aquest sistema i acotar el volum d'aigües de les seves reserves.

Introducció

L'estany de Banyoles i l'origen de les seves aigües ha estat durant molt de temps de les qüestions més debatudes des de primers de segle. Treballs com els fets per Lluís Maria Vidal (1908), Horaci Bentabol (1910) i Vidal Pardal (1957), per citar només els més importants, són els intents més seriosos que s'han fet per intentar resoldre aquest problema.

L'estany de Banyoles, malgrat tot, no és l'únic punt d'interès hidrològic a la regió, sinó que en trobem d'altres entre els quals cal assenyalar la formació de nombrosos clots, repartits per les valls de Banyoles, Sant Miquel de Campmajor i el Fluvià, amb sortida d'aigua per molts d'ells i amb un funcionament de tipus intermitent de gran part de les sorgències.

L'estudi que es presenta en aquest article tracta de lligar tots aquests fets puntuals i explicar-los dins un context més gran, com el resultat d'un mateix procés que ve condicionat per les particularitats geològiques de la regió.

Situació geogràfica i geològica

La zona concreta d'aquest estudi està situada a la regió de Girona, dintre de la conca mitjana del riu Fluvià i de la depressió de Banyoles. Les principals poblacions que conté són: Banyoles, Besalú, Tortellà, Sant Jaume de Llierca, Beuda, Argelaguer, Montagut i Oix (vegeu la figura 1).

Els terrenys estudiats pertanyen a l'anomenada Serralada Transversal, que separa la Depressió Central de la fossa de l'Empordà. Els materials més abundants que participen del problema hidrològic que ens ocupa són, en primer lloc, les calcàries de l'Eocè, que formen la major

Fig.1. Situació geogràfica de la zona estudiada

part del massís de l'Alta Garrotxa, al nord del riu Fluvià. Sobre aquestes calcàries trobem una formació de guixos, sovint afectats per fenòmens diapírics que exagereu les seves potències. Per damunt, tenim una formació de margues blavoses que inclouen venetes de guix, i finalment una formació de gresos que forma la part alta dels relleus que s'alcen al sud del Fluvià, figures 2 i 3. Els dipòsits més recents, Plio-quadernaris, són les sèries detrítiques desenvolupades

al caire dels relleus eocènics que es troben sobretot a l'est de la zona, i les fàcies calcàries lacustres, travertins, pertanyents a l'antiga conca lacustre de Banyoles-Besalú.

Respecte a la tectònica de la zona cal assenyalar que el massís de l'Alta Garrotxa constitueix una unitat alòctona lliscada cap al sud seguint un front paral·lel al riu Fluvià. A la part meridional predomina la tectònica de distensió que ha produït la seva fracturació i estructu-



Fig.1. Situació geogràfica de la zona estudiada

per Miquel Sanz i Parera

Miquel Sanz i Parera (Barcelona, 1953) és catedràtic de l'INB Joan Oliver i col·laborador del departament de geodinàmica externa i hidrogeologia de la UAB sota la direcció del doctor Josep Trilla. És doctor en ciències geològiques, especialitzat en hidrogeologia.

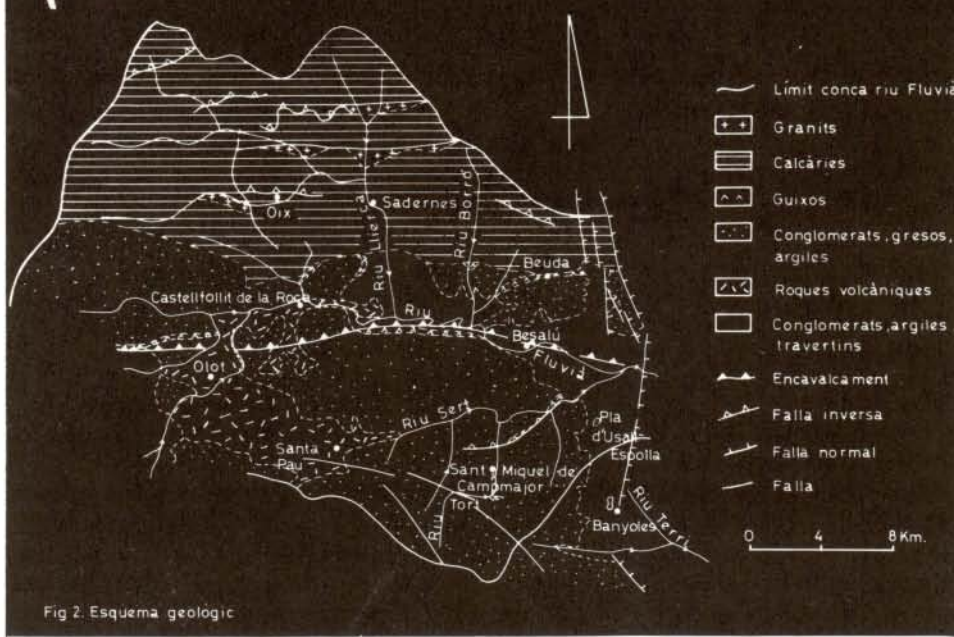


Fig. 2. Esquema geològic

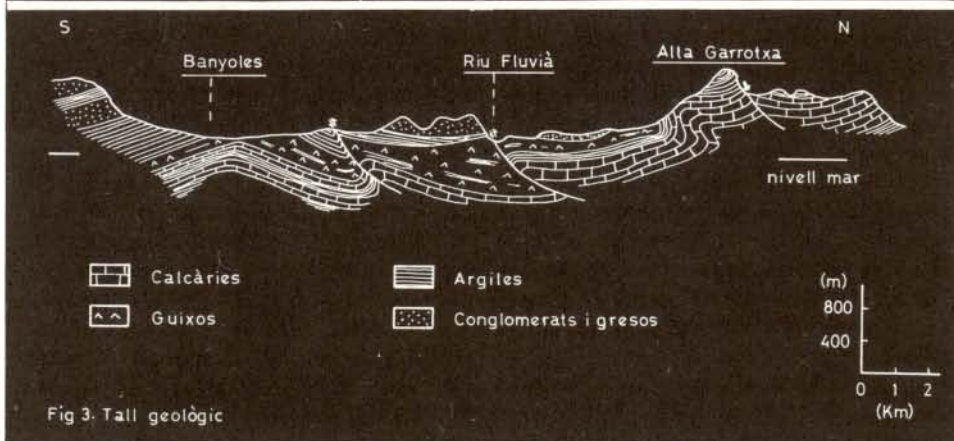


Fig. 3. Tall geològic

ració en blocs.

Particularitats hidrogeològiques de la regió

L'acció de les aigües superficials i subterrànies sobre els materials més solubles ha condicionat en bona part les característiques morfològiques de la regió. L'establiment de la xarxa hidrogrà-

fica ha vingut a més a més donat per la important fracturació que mostren tots aquests terrenys.

Al nord del Fluvià les calcàries es troben molt trencades i afectades per processos kàrstics que permeten la fàcil percolació de les aigües de pluja i dels rius (Llierca i Borró). Aquestes calcàries constitueixen en profunditat, al sud del Fluvià, un important aqüífer per fissuració. Les seves aigües, sotmeses a forta pressió, pugen vers la superfície i produeixen la

dissolució del guixos, creant una inestabilitat de tipus gravitatori que dona lloc finalment a l'enfonsament de les cavitats formades i a la producció de clots. Les zones més afectades per aquests processos kàrstics, com podem veure a la figura 4, es donen als següents indrets:

– **Pla d'Espolla-Usall.** Es tracta de clots que poden ser d'aigües sorgents però amb una certa intermitència. Els trobem a uns 40 metres per damunt de l'estany de Banyoles. Aquestes aigües per mitjà de quatre rieres s'aboquen als rius Ser, Fluvià, Terri i estany de Banyoles.

– **Vall de Sant Miquel de Campmajor.** Ací també tenim clots i petits estanys d'aigües intermitents. Els trobem a uns 25 metres per damunt de la cota topogràfica de Banyoles. Aquestes aigües alimenten el riu Tort, afluent del riu Ser.

– **Depressió de Banyoles.** Els clots més importants són els que han donat lloc a l'estany de Banyoles i el grup d'estanyols que l'envolten. La forma de vuit que caracteritza aquest estany deu ser el resultat de nombrosos enfonsaments, els uns al costat dels altres, procés que continua avui i que pot donar lloc a fortes variacions del nivell d'aigües superficials del llac. Com a conseqüència dels esmentats enfonsaments, es produeixen una sèrie de cubetes que individualitzen el seu fons, molts d'ells acabats amb embuts pels quals sorgeix l'aigua. Aquestes aigües, que subterràniament alimenten l'estany, són recollides per sèquies i abocades al riu Terri, amb cabals compresos entre 180 i 2.000 litres per segon.

– **Vall del Fluvià.** Ací trobem forats a diferents alçades però els més moderns els tenim tots a les voreres del riu, el qual en el tram comprès entre Castellfolit de la Roca i Esponellà rep una important aportació hídrica subterrània. Els sondeigs que exploten l'aqüífer calcari obtenen uns cabals sorgents molt variables al llarg de l'any, compresos entre un màxim de 125 m³/h i un mínim

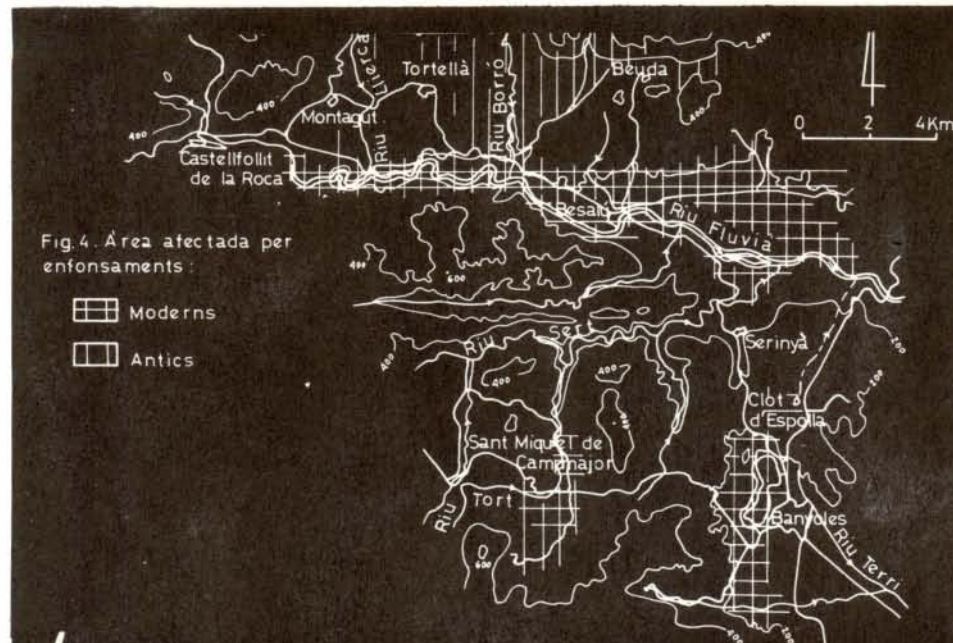


Fig. 4. Àrea afectada per enfonsaments:

- Moderns
- Antics



Fig. 6. Disposició de les entrades i sortides d'aigua del sistema kàrstic de Banyoles

- Àrea de pèrdues d'aigua
- Àrea de sortides d'aigua
- Àrea volcànica
- Límit de la conca del Fluvià
- Falla

materials va obligar les aigües que circulen per les calcàries a buscar noves sortides, que van aconseguir pujant a pressió vers la superfície produint la dissolució dels guixos; això va donar lloc a la formació de clots, estanyols i el mateix estany de Banyoles en produir-se l'enfonsament de les cavitats formades. El volum total de guix i calcària dissolt és funció directa de la quantitat d'aigua transitada pel sistema, el que ens indica que tindrem més enfonsaments els anys més plujosos.

Desconexem el volum total d'aigües subterrànies del sistema puix que no en sabem totes les sortides. És molt possible que existeixi una alimentació, en profunditat, de les formacions més detrítiques del Pliocè a través de la falla d'Albanyà. El volum d'aigua renovable que podem tenir a l'abast, amb les limitacions esmentades, és com a mínim de l'ordre dels 57 Hm³.

Dins del sistema no tenim una barreja completa de totes les aigües subterrànies. Es poden distingir diferents dinàmiques que van des d'unes amb aigües de circulació molt ràpida, inicialment poc barrejades i progressivament cada vegada més fins a una mescla total al cap de l'any, a d'altres de circulació molt lenta que es deuen infiltrar no fa menys de 30 anys.

Miquel Sanz

Material de lectura

M. Sanz i J. Trilla: *Particularidades hidrogeológicas i limitaciones del uso territorial en un área de la provincia de Girona*. I.^a Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander, 1980.

J. Trilla, M. Sanz i L. Pallí: *Aplicación de un modelo de mezcla total en acuífero cárstico*. II Simposio Nacional de Hidrogeología, Pamplona, 1979.

ser inferiors a una Unitat Terti, cosa que voldria dir que són aigües de més de trenta anys d'antiguitat.

Les observacions fetes permeten afirmar que no tenim una barreja total d'aigües subterrànies, sinó que més aviat tenim diferents tipus de circulacions que van donar lloc a barreges parcials entre les aigües de les darreres pluges i les que ja pertanyien a l'aquífer. El seu comportament kàrstic fa que tinguem uns conductes on, per fer el seu recorregut, les aigües triguen des d'un any, les més ràpides, en les quals predominen les aigües més modernes, fins a més de trenta anys, les més lentes, amb barreja total de totes elles.

Determinació de l'àrea d'alimentació dels aquífers

El contingut d'oxigen-18 de les aigües dels aquífers és molt semblant a tots els punts estudiats. Això ens permet suposar que la zona de recàrrega deu ser la mateixa. Tenint en compte el valor del gradient isotòpic en alçada, abans obtingut, hem calculat que l'àrea d'ali-

mentació deu trobar-se entre els 700 i 900 metres d'alçada. En aquestes altituds només trobem com a formacions permeables que permetin una infiltració eficaç de les pluges les calcàries que configuren el massís de l'Alta Garrotxa.

Conclusions

Amb tot el que s'ha exposat creiem que la regió estudiada funciona pel que fa a l'aigua com un gran sistema hidrogeològic de tipus *trop-plein*. Les entrades d'aigua en aquest sistema es donarien a favor de les calcàries de l'Alta Garrotxa, i les sortides es trobarien a diferents alçades: Pla d'Espolla-Usall, vall de Sant Miquel de Campmajor, depressió Banyoles i vall del Fluvià. La disminució de pressió del sistema fa que les sortides més altes topogràficament puguin deixar de funcionar. Per causa d'aquesta distribució d'entrades i sortides tenim un transvasament d'aigües des de la conca del Fluvià a la del Ter (representada pel riu Terri).

L'antiguitat d'aquest sistema deu ser anterior al Pliocè. La deposició dels seus